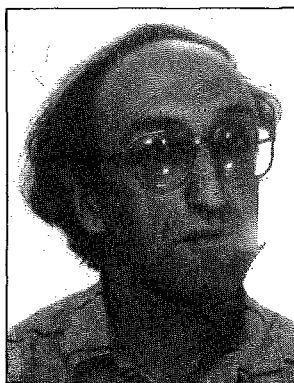


Una vez más, el tema de la Ciencia, la Tecnología y la I + D vuelve, en un eterno bolero de Ravel, a ser el motivo central de mis divagaciones. Hay veces que, en estas circunstancias, me viene a la memoria el párrafo inicial de "Rebeca", en el que Mrs. de Winter dice aquello de "Anoche soñé que volvía a Manderley de nuevo". En mi caso "Anoche soñé que volvía a hablar de I + D de nuevo". Durante mucho tiempo, quizás esos diez años que BIT conmemora y alguno más, mis palabras se unieron a muchas otras entonando un cántico mezcla de buenos deseos y de desánimos, cántico que intentaba pregonar la necesidad de una I + D fuertemente desarrollada en nuestro país para que éste pudiera intentar salir del siglo



José Antonio Martín Pereda. Catedrático de Tecnología Electrónica de la ETSITM desde 1975. Su interés profesional se ha centrado en el estudio de diversos temas relacionados con la Electrónica Cuántica y más en concreto con la interacción luz-materia para la realización de dispositivos electroópticos y fotónicos. Ha desempeñado diversos cargos en la UPM y en la actualidad es Jefe del Departamento de Tecnologías de la Producción y las Comunicaciones de la Unidad del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.

La Ciencia, la Tecnología y la I+D

Texto: José Antonio Martín Pereda

XVI. Si el objeto de este artículo de hoy fuera hacer el resumen de lo que en I + D se ha hecho aquí en Tecnologías de la Información, el resumen sería breve: unos han hecho lo que han podido y otros han clamado en el desierto. Afortunadamente, al cabo de esos diez años, el desierto ha comenzado a ver algunos nativos intentar la búsqueda de agua para plantar palmeras y los que pregonaban las bondades de la I+D ya han comenzado a tener auditorios con alguien más que los parientes más próximos.

Hoy el tema es el reverso, es el de ver qué influencia han tenido las Tecnologías de la Información (TI) en la I + D, la Ciencia y la Tecnología. E incluso, mucho mejor aún, no ceñirnos al caso de nuestro país sino extenderlo a nivel general. Con ello, los eternos deseos de prédica, de sermón dominiguero al que todos, oyentes u oficiales, nos hemos acostumbrado, deben quedar borrados. Y debemos pasar así a pregonar las influencias de algo en un terreno en el que aún, en nuestro país, el sexo de los ángeles no está nada claro.

PRECEDENTES

No parece fácil hacer una abstracción completa de lo ocurrido en diez años que sea netamente distinto de lo que sucedió antes y, quizás, de lo que llegue después. Aunque diez años han sido bastantes años para el desarrollo de las Tecnologías de la Información —una simple mirada a las calculadoras de bolsillo de antes y de ahora es suficiente— no lo son en cambio para notar de forma clara cómo ha calado en la I+D, en la Ciencia y en la Tecnología. Sí son claros una serie de hechos a los que todo investigador ya está perfectamente acostumbrado y que hace pocos años eran sólo un lujo para unos pocos. El rápido acceso a casi cualquier banco de datos de todo el mundo, la

posibilidad de ejecutar complejos cálculos en tiempos impensables, el poder realizar simultáneamente una muy alta toma de variables en un experimento y su inmediato procesado son, evidentemente, repercusiones que las TI han tenido sobre los campos de la Ciencia y la Tecnología. Sería absurdo hablar de ellas porque están presentes a nuestro alrededor.

Pero de lo que sí creo necesario hablar es de cómo las TI han repercutido absolutamente sobre el método científico-tecnológico. Y para ello parece necesario retrotraernos bastantes años atrás y llegar hasta la mitad del siglo IV a.C. Con ello nos alejamos algo del límite de 10 años que estaba programado en un principio pero, quizás, nos servirá para ver el papel real que están representando las TI hoy.

Por aquellos años, Aristóteles proclamaba como método esencial para progresar en la Ciencia lo que luego se ha conocido como método inductivo-deductivo. Aristóteles consideraba la investigación científica como una progresión desde las observaciones de los fenómenos o las cosas, hasta los principios generales que los gobiernan, tornando finalmente a las observaciones. Ahora bien, este método científico, totalmente de acuerdo con nuestra filosofía del trabajo en I + D hoy, lo contraponía con otro requisito: el de que toda explicación científica debería ser una explicación teleológica, esto es, debería dar cuenta de su causa final o "telos" y habría de usarse la expresión "con el fin de". No vamos a seguir aquí el desarrollo de las teorías aristotélicas hasta la Edad Media sino, por la máquina del tiempo, vamos a saltar al siglo XVI para encontrarnos con Galileo y con Francis Bacon.

Galileo, aparte de muchas otras cosas, introdujo algo que suponía un salto brusco con respecto a todo lo anterior. Estaba comple-

tamente seguro de que el libro de la naturaleza está escrito en el lenguaje de las matemáticas. En función de ello, buscó restringir el ámbito de la Física de afirmaciones sobre "cualidades primarias" excluyendo, en consecuencia, todo tipo de explicaciones teleológicas. Al mismo tiempo, aplicando los métodos previos de Grosseteste y de Roger Bacon, que habían profundizado en el método de resolución con la sugerencia de deducir consecuencias no incluidas en los datos utilizados para inducir los principios explicativos, logró predecir leyes físicas no planteadas hasta entonces.

Casi en paralelo, y en el otro confín de la Europa de entonces, Francis Bacon a pesar de no lograr ningún resultado nuevo para la Ciencia, logró asentar las bases del método inductivo-experimental. Insistió en la experimentación sistemática, al contrario de los aristotélicos, que recogían datos de forma azarosa y acrítica. Recalcó la importancia de la múltiple toma de datos múltiples para llegar a principios generales y, finalmente, subrayó que los argumentos deductivos sólo tienen valor científico si sus premisas tienen un soporte inductivo adecuado.

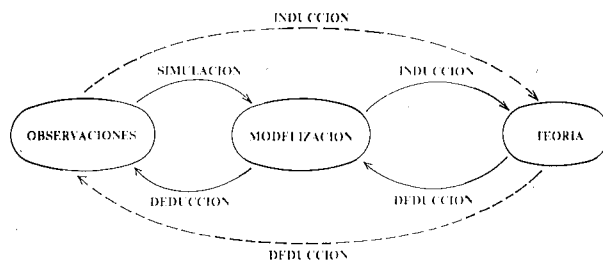
Con todo ello, la Ciencia y la Tecnología comenzaron a andar en Europa. Newton lanzó su "Hypotheses non fingo", con lo que mostró su deseo de no afirmar nunca lo que no pudiera confirmar, sobre todo en lo que se refiere a las hipótesis especulativas; y el resto de los científicos / tecnólogos siguieron sus pasos.

PRESENTE

Y así llegamos, con ligeras modificaciones sobre el método anterior, a los años que rondan 1977, objeto de nuestras líneas. Las Tecnologías de la Información comenzaban a estar en auge y, naturalmente, debían influir de alguna manera.

1

SINTESIS DE LA AMPLIACION DEL METODO INDUCTIVO-DEDUCTIVO ARISTOTELICO



“
El hecho
diferenciador
más significativo
con respecto
al pasado se
encuentra en
las etapas más
puramente
empíricas.”

La Ciencia y la Tecnología se habían complicado considerablemente. Ya no era suficiente un delgado hilo y un peso colgado de él para hacer experiencias que pudieran ser publicadas o tuvieran un fin industrial. Cualquier experimento lleva consigo un número muy elevado de parámetros y, lo que es peor, en muchas ocasiones una experiencia, o no puede realizarse más que un número contado de veces, bien por el alto costo que puede suponer, bien por las circunstancias del momento tomado, o no puede permitirse el más mínimo fallo al estar involucradas, posiblemente, vidas de personas.

El remedio a todo ello lo trajeron las Tecnologías de la Información. Y con ello ampliaron en una nueva etapa el método inductivo-deductivo aristotélico, que ahora podía quedar sintetizado en lo que muestra la Fig. 1. En línea de trazos aparece el modelo aristotélico y en línea continua algo parecido a lo que puede ser el actual.

El método de I + D en Ciencia y Tecnología ya no es, a partir de ahora, un mero paso simple de tomar una serie de datos/medidas y a partir de ellas elaborar

una teoría o realizar un determinado componente/sistema/producto. Parece necesario hacer así un breve bosquejo de lo que son, o creo pueden ser, las fases de la I + D y dónde entran en ellas las TI. Y quizás el hecho diferenciador más significativo con respecto al pasado se encuentra en las etapas puramente empíricas. Un experimento, la implementación real y tangible de un desarrollo, la puesta en práctica de un sistema, no se lleva a cabo hoy hasta que todas sus fases, sus variables, sus condiciones de contorno, no han sido contrastadas mediante una simulación lo más cercana posible a la realidad. Se sigue la evolución prevista y únicamente cuando todo, o casi todo lo posible, aparece controlado, la experiencia adquiere realidad en el mundo físico. Como es lógico, en ocasiones se obtiene, tan sólo, el o los resultados previstos; pero, en otros casos, la naturaleza enseña sus colmillos y lo que surge se diferencia de manera absoluta de lo esperado. Eso quiere decir lo que todos pueden intuir; que o la teoría de partida era falsa, o que el modelo no era bueno porque en él no aparecían los parámetros que luego resultaron ser fundamentales. En cualquier caso, y sin detenernos más aquí porque no es el objetivo de estas líneas, las Tecnologías de la Información han participado de forma fundamental en todo el proceso anterior. La cadena sobresimplificada de lo que pueden ser las fases de una investigación aparece en la Fig. 2. En recuadro doble aparecen las etapas en las que las TI han ejercido su principal acción. De hecho, muchas de ellas, por ejemplo el análisis de los datos y principalmente la simulación, no hubieran podido efectuarse sin TI. Las otras, las de recogida de datos, el contraste con las existentes en bancos próximos o lejanos y, quizás, parte del experimento, han sido sólo auxiliadas. En cualquier caso, el tiempo será siempre más

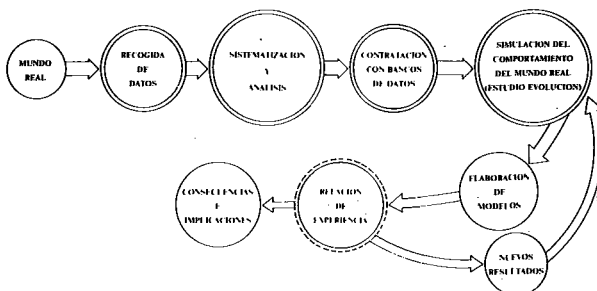
corto, las posibles variables en juego mucho más elevadas y la capacidad de realización hacia el modelo más efectivo.

No pueden plantearse muchas diferencias en el camino del Desarrollo. Las posibles fases, en un esquema tremendamente sintetizado, aparecen en la Fig. 3. Las tres primeras etapas son las que, sin duda, han surgido, se han desarrollado y, con toda certeza, crecerán mucho más en el futuro, gracias a las TI. Existe, quizás, una cierta ambigüedad en ellas, al considerarlas puramente desarrollo cuando igualmente podrían considerarse investigación aplicada. Igual que antes, no es éste el lugar para discutir este punto, pero lo que sí es fundamental es la importancia de las TI en ellas. La necesidad de técnicas de CAD-CAM es ya algo absolutamente incuestionable. Y no sólo en las etapas de desarrollo o de producción, sino también en gran parte de las de investigación. El diseño de moléculas que puedan tener unas propiedades físicas predefinidas es ya parte fundamental de, por ejemplo, la Electrónica Molecular. El de una carrocería aerodinámica para un automóvil, es parte habitual de cualquier proceso de lanzamiento de un nuevo modelo. Y así podríamos seguir durante páginas y páginas.

En lugar de esto, lo que quizás es conveniente recalcar es el aspecto último del proceso global y en el que las TI sí que han marcado profundamente su huella. En algunos otros sitios he comentado que el hecho más diferenciador del sistema Ciencia-Tecnología en nuestros días, comparado con el previo, es el de la absoluta imbricación de las fases creadoras con las de producción y las de lanzamiento de un producto. La investigación se hace cada vez más dirigida, buscando un fin de mejora de competitividad industrial. Los espectaculares avances de Japón son un

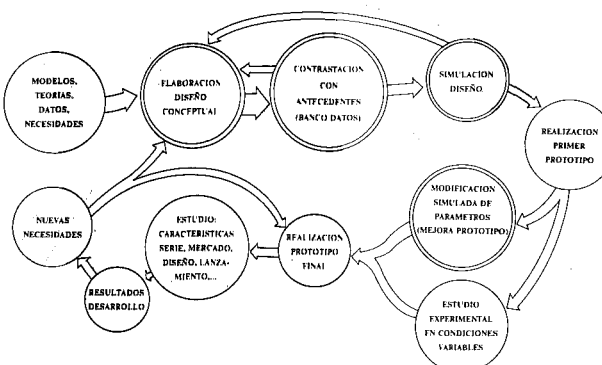
2

CADENA DE FASES DE UNA INVESTIGACION



3

POSIBLES FASES DEL CAMINO DEL DESARROLLO



EPILOGO

Procedería ahora hablar de cuál puede ser la evolución en los próximos diez años. En casi cualquier otra tecnología, diez años pueden no ser significativos. Con las TI, sí. A pesar de ello no creo que marquen de manera clara un nuevo punto de inflexión en su influencia sobre la I + D. Quizás la TI pueda ayudar a resolver encrucijadas que ahora son difíciles de decidir y quizás nuevos sensores determinen más fácilmente nuevas colecciones de datos, pero estos "quizás" y muchos otros son algo que ya está hoy en mente de todos. En cualquier caso, creo que todos los que, poco o mucho, hemos tenido algún contacto con las TI podemos sentirnos satisfechos de a dónde han llegado. Y esperar que no se puedan aplicar las palabras de Voltaire en su "Elogio histórico de la razón": "Y bien, regocijémonos de estos hermosos días; quedémonos aquí, si duran, y si sobrevienen las tormentas, regresemos a nuestro pozo".

reflejo de esta nueva política. La Universidad es cada vez más industria y la Industria se hace cada día más universitaria. En cierta manera, y aunque sea un poco rizar el rizo, se ha vuelto parcialmente a un tipo de razonamiento teológico aristotélico.

La Investigación comienza a hacerse "con el fin

“
En casi cualquier
otra Tecnología,
10 años pueden
no ser
significativos.
”